

PENGARUH RESAPAN AIR (*WATER ADSORPTION*) TERHADAP DAYA DUKUNG LAPIS PONDASI TANAH SEMEN (*SOIL CEMENT BASE*)

Idharmahadi Adha ¹

Abstrak

Semen merupakan bahan additive yang sangat baik digunakan pada metoda stabilisasi tanah untuk pelaksanaan konstruksi jalan raya. Kerusakan pada struktur perkerasan jalan yang menggunakan lapis pondasi tanah semen, tidak hanya disebabkan oleh beban lalu lintas, tetapi dapat diakibatkan oleh genangan air pada saat musim hujan. Pengujian daya dukung lapis pondasi semen sebagai akibat proses resapan air, dilaksanakan menggunakan periode siklus.. Berdasarkan pengujian, ternyata bahwa nilai CBR laboratorium lapis pondasi tanah semen dengan durasi waktu resapan air yang lama, pada siklus keempat didapat nilai CBR sebesar 98 % (< 100 %), dan dengan durasi waktu resapan air yang lebih singkat, pada siklus kedua belas nilai CBR mencapai 108 % (> 100 %). Hal ini berarti bahwa bila konstruksi lapis pondasi tanah semen akan tergenang setiap tahun pada saat musim hujan, maka pada tahun keempat konstruksi lapis pondasi tanah semen tersebut, tidak lagi memenuhi persyaratan teknis, yaitu minimal nilai CBR sebesar 100 %.

Kata kunci : resapan air, daya dukung, lapis pondasi tanah semen.

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung

1. PENDAHULUAN

Untuk perencanaan suatu struktur perkerasan jalan, pada suatu daerah sangat sulit didapat material *aggregate* sebagai lapis pondasi, maka metoda stabilisasi menggunakan material tanah yang terdapat pada daerah tersebut merupakan salah satu alternatif dalam perencanaan. Salah satu bahan *additive* yang sangat baik digunakan adalah semen (Kezdi, 1979). Semen sebagai bahan *additive* untuk stabilisasi tanah, pertama kali digunakan pada tahun 1935 di Johnsonville (South Carolina, USA), dan sampai saat ini telah banyak digunakan pada konstruksi jalan raya. Campuran antara tanah dan semen pada kadar air tertentu, merupakan *stabilizing agents* yang baik untuk mendapatkan suatu lapis perkerasan yang berfungsi sebagai lapis pondasi.

Penggunaan campuran tanah dengan semen sebagai lapis pondasi pada struktur konstruksi jalan raya telah dilaksanakan pada jalur lintas timur di Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung, mulai dari Bujung Tenuk sampai Pematang Panggang. Selain beban lalu lintas, sistem drainase sepanjang ruas jalan tersebut tidak berfungsi dengan baik, sehingga pada saat musim hujan, pada beberapa tempat ruas jalan yang telah mengalami kerusakan lapis permukaan, akan tergenang air yang dapat mengakibatkan partikel air masuk melalui pori-pori material ke dalam lapis struktur perkerasan.

Mekanisme aliran air melalui pori-pori ini akan semakin cepat, bila lapis permukaan telah mengalami kerusakan berat. Bila kondisi ini terus berlangsung setiap tahun, selain akibat beban lalu lintas, maka aliran air yang meresap melalui pori-pori material tersebut, akan berpengaruh terhadap daya dukung *soil cement base*. Bila *soil cement base* digunakan pada struktur perkerasan konstruksi jalan raya, maka faktor resapan air (*water adsorption*) ke dalam ruang pori *soil cement base*, merupakan salah satu faktor yang perlu dievaluasi, selain faktor lainnya, seperti *soil plasticity*, *permeability*, *strength*, *endurance*, *thermal properties*, *volume change* dan *particle deformation* (Kezdi, 1979). Untuk mengetahui pengaruh penyerapan air terhadap lapis *soil cement base*, maka perlu dilakukan pengujian terhadap daya dukung lapisan tersebut, dengan beberapa periode siklus akibat resapan air.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Agar mencapai daya dukung lapisan *soil cement* yang memenuhi persyaratan secara teknis, maka material tanah yang digunakan adalah tanah timbunan yang berasal dari Kota Bandar Lampung. Untuk mengetahui sifat-sifat fisik material tanah timbunan, maka dilakukan pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah, terdiri dari pengujian kadar air tanah asli (*natural moisture content*), berat jenis (*specific gravity*), batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), analisa saringan (*sieve analysis*). Sebagai lapisan *soil cement base*, maka pengujian sifat mekanis yang dilakukan terdiri dari pemadatan tanah (*soil compaction*) dan CBR laboratorium (*laboratory CBR*) pada kondisi rendaman (*soaked CBR*) dan tanpa rendaman (*unsoaked CBR*).

Untuk mengetahui prosentase semen yang akan digunakan pada metoda stabilisasi tanah, maka material tanah timbunan ditambah atau dicampur dengan semen pada prosentase 6%, 9% dan 12% dari berat tanah yang digunakan. Hal ini sesuai dengan beberapa pengujian laboratorium, bahwa penambahan kadar semen pada umumnya berkisar antara 8% sampai 10%. Setelah didapat kadar semen optimum dengan kondisi kadar air optimum, maka campuran tanah semen yang telah dipadatkan di dalam *mould* CBR, dilakukan pemeraman (*curing time*), yaitu dengan menutup seluruh lapisan sampel

menggunakan plastik selama 28 hari. Hal ini dimaksudkan agar terjadi sementasi dan pengikatan antara senyawa kimia semen dengan mineral-mineral pembentuk partikel tanah.

Resapan air pada material campuran tanah semen dilaksanakan di dalam *mould* CBR yang telah mengalami pemeraman selama 28 hari, dalam bentuk periode siklus, dengan proses resapan air yang berbeda. Pengertian satu periode siklus adalah bahwa material campuran tanah semen di dalam *mould* CBR, direndam air sesuai proses resapan air dan kemudian dikeringkan. Jumlah periode siklus dilaksanakan sebanyak 4 (empat) tahap, disesuaikan dengan proses resapan air di dalam *mould* CBR.

Proses resapan air model pertama, dengan asumsi bahwa pada saat musim hujan lapis pondasi tanah semen akan tergenang air, sehingga untuk pengujian material campuran tanah semen di dalam *mould* CBR digenangi air selama 4 (empat) hari sesuai ketentuan di dalam pengujian CBR dan dikeringkan selama 4 (empat) hari, Jumlah siklus dilaksanakan sebanyak 4 (empat) tahap, yaitu tanpa siklus, 2 (dua) siklus, 4 (empat) siklus dan 6 (enam) siklus. Proses resapan air model kedua, dengan asumsi bahwa pada saat hujan lapis pondasi tanah yang telah mengalami kerusakan berat pada lapis permukaan, akan tergenang air selama hujan berlangsung, sehingga untuk pengujian material campuran tanah semen di dalam *mould* CBR digenangi air selama 2 (dua) jam, dan aliran air meresap ke dalam material secara perlahan kemudian dikeringkan selama 22 (dua puluh dua) jam atau satu siklus selama 24 (dua puluh empat) jam. Jumlah siklus dilaksanakan sebanyak 4 (empat) tahap, yaitu tanpa siklus, 4 (empat) siklus, 8 (delapan) siklus dan 12 (enam) siklus. Untuk *soil cement base* yang telah mengalami periode siklus, maka dilakukan pengujian CBR laboratorium, dan plastisitas tanah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian sifat-sifat fisik, maka material tanah timbunan yang digunakan dapat memenuhi syarat sebagai material tanah untuk *soil cement base*. Menurut AASTHO *Classification System*, dengan batas cair (LL) : 38,00 % (< 50 %), indeks plastisitas (PI) : 14,56 % (> 11 %) dan prosentase lolos saringan No 200 : 10,82 % (< 35 %), maka material tanah timbunan termasuk kelompok A-2-6, merupakan jenis tanah pasir yang mengandung lanau atau lempung, yaitu termasuk jenis tanah baik yang dapat digunakan sebagai material timbunan pilihan atau lapisan tanah dasar. Bila ditinjau terhadap *Unified Soil Classification System (USCS)*, dengan nilai batas cair : 38,00 % (< 50 %), prosentase lolos saringan No 200 : 10,82 % (< 50 %), dan prosentase lolos saringan No 4 : 80,66 % (> 50 %), maka dapat dikatakan material tanah timbunan tersebut termasuk jenis tanah pasir mengandung lanau dan lempung (SC) dengan plastisitas rendah. Berdasarkan spesifikasi daya dukung (nilai CBR) dan klasifikasi tanah, maka dapat disebutkan bahwa material tanah timbunan tersebut cukup baik dan memenuhi syarat digunakan sebagai material pilihan tanah timbunan (*selected embankment*) atau sebagai material tanah untuk stabilisasi (*soil stabilization*). Sesuai dengan aplikasi *soil cement base* pada struktur perkerasan jalan raya, terhadap uji kepadatan material tanah timbunan dengan metoda *modified proctor*, didapat berat volume kering maksimum (*maximum dry density*) : 1,69 gr/cm³ dan kadar air optimum (*optimum moisture content*) : 20.83 %, dengan nilai CBR laboratorium sebesar 27,5 %. Untuk menentukan kadar semen optimum pada proses resapan air, maka terlebih dahulu dilakukan uji kepadatan dan CBR terhadap campuran tanah dan semen pada prosentase kadar semen yang telah ditetapkan. Berdasarkan uji CBR laboratorium, sesuai dengan persyaratan teknis untuk lapisan *soil cement base*, dengan nilai CBR sebesar 120 %,

maka didapat kadar semen optimum sebesar 8 %. Hal ini sesuai dengan pendekatan kuantitas terhadap penggunaan semen pada stabilisasi tanah untuk klasifikasi tanah kelompok A-2, berkisar antara 5% - 9% (Yoder dan Witczak, 1975). Nilai kadar semen optimum ini akan digunakan sebagai acuan untuk mengetahui daya dukung *soil cement base* terhadap pengaruh dari dampak resapan air. Dengan kadar semen sebesar 8 %, ternyata bahwa nilai CBR lapis pondasi semen dapat mencapai sebesar 124 %, berarti telah memenuhi persyaratan teknis yang direncanakan, yaitu nilai CBR sebesar 120 %.

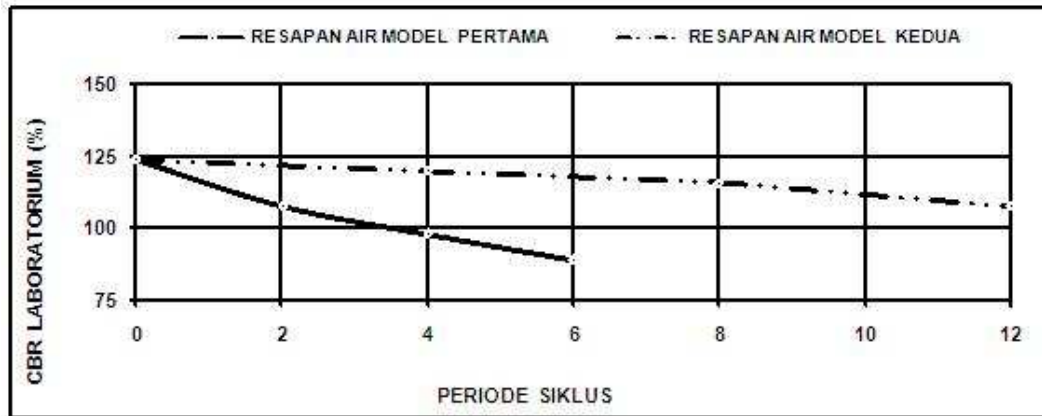
Dengan periode siklus yang direncanakan pada resapan air model pertama, yaitu empat hari direndam dan empat hari dikeringkan (satu siklus), ternyata bahwa nilai CBR (*soaked CBR*) mengalami penurunan dan pada periode 4 (empat) siklus, nilai CBR *soil cement base* tersebut telah mencapai 98 % (< 100 %). Hal ini berarti bahwa pada kondisi tergenang air dengan durasi waktu yang lama, daya dukung tanah lapisan *soil cement base*, tidak lagi memenuhi persyaratan teknis, yaitu dengan nilai CBR minimal sebesar 100 %. Bila hasil ini diaplikasikan di lapangan, ternyata bahwa pada ruas jalan yang menggunakan *soil cement base* sebagai lapis pondasi dan akan secara langsung tergenang air setiap tahun pada saat musim hujan, maka setelah tahun keempat ruas jalan tersebut tidak dapat berfungsi kembali dengan baik atau tidak lagi memenuhi persyaratan teknis. Secara lebih detail hasil uji setiap periode siklus untuk nilai CBR, diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Daya Dukung

DAYA DUKUNG LAPIS PONDASI TANAH SEMEN (<i>SOIL CEMENT BASE</i>)			
RESAPAN AIR MODEL PERTAMA		RESAPAN AIR MODEL KEDUA	
PERIODE SIKLUS	NILAI CBR LABORATORIUM (%)	PERIODE SIKLUS	NILAI CBR LABORATORIUM (%)
0	124	0	124
2	108	4	120
4	98	8	116
6	89	12	108

Pada proses resapan air model kedua, dengan periode siklus yang direncanakan yaitu dua jam direndam dan dua puluh dua jam dikeringkan (satu siklus), ternyata nilai CBR (*soaked CBR*) tetap mengalami penurunan dan pada periode 12 (dua belas) siklus, daya dukung *soil cement base* masih dapat mencapai nilai CBR (*soaked CBR*) sebesar 108 % (> 100 %), berarti masih memenuhi persyaratan teknis dengan nilai minimal CBR sebesar 100 %. Hal ini berarti, untuk suatu ruas jalan yang menggunakan *soil cement base* sebagai lapis pondasi dan saluran drainase berfungsi dengan baik, sehingga genangan air pada lapis *soil cement base* hanya terjadi pada saat hujan dengan durasi waktu yang singkat, maka daya dukung lapisan *soil cement base*, masih dapat berfungsi dengan baik untuk jangka waktu yang lama. Secara lebih detail hasil uji setiap periode siklus untuk nilai CBR, diperlihatkan pada Tabel 1.

Dari proses dua model resapan air tersebut, dapat dikatakan bahwa bahwa semakin lama durasi waktu *soil cement base* mengalami genangan air, maka daya dukung akan semakin cepat mengalami penurunan. Grafik hubungan periode siklus sesuai model resapan air dan nilai CBR diperlihatkan pada Gambar 1



Gambar 1. Hubungan Periode Siklus Resapan Air dan Nilai CBR Laboratorium

Terhadap plastisitas tanah,, maka nilai batas cair dan indeks plastisitas tanah akan meningkat sesuai dengan periode siklus pada proses resapan air. Hal ini seiring dengan proses pengikatan mineral yang terkandung dalam partikel tanah terhadap partikel air yang mengisi ruang pori tanah tersebut. Hasil uji plastisitas lapis pondasi tanah semen sesuai periode siklus akibat resapan air, diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Plastisitas

PLASTISITAS LAPIS PONDASI TANAH SEMEN (SOIL CEMENT BASE)					
RESAPAN AIR MODEL PERTAMA			RESAPAN AIR MODEL KEDUA		
PERIODE SIKLUS	BATAS CAIR (%)	INDEKS PLASTISITAS (%)	PERIODE SIKLUS	BATAS CAIR (%)	INDEKS PLASTISITAS (%)
0	38.20	8.83	0	38.20	8.83
2	41.22	13.13	4	39.80	11.28
4	42.69	16.16	8	41.40	13.96
6	45.89	21.15	12	42.50	15.62

Berdasarkan hasil uji daya dukung dan plastisitas, dapat dikatakan bahwa partikel air yang masuk melalui pori-pori ke lapisan *soil cement base* akibat rendaman air akan melepaskan ikatan atau sementasi antara semen dengan partikel tanah, sehingga ruang pori yang terbentuk akan terisi oleh partikel air, dan partikel tanah akan mengikat air yang mengakibatkan daya dukung tanah menjadi berkurang. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan pemodelan, lapis pondasi tanah semen yang telah direndam selama 4 (empat) hari, setelah diuji dengan menggunakan alat DCP, ternyata bahwa nilai CBR mengalami penurunan sebesar 4 % sampai 12 % (Nuraini, 2002). Hal ini sesuai dengan pengujian resapan air terhadap lapis pondasi tanah semen, dimana nilai CBR antar periode siklus yang direncanakan berkurang antara 9 % sampai 12 %.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

1. Material tanah timbunan yang digunakan termasuk jenis tanah pasir yang mengandung lanau dan lempung, termasuk kelompok A-2-6, sesuai dengan klasifikasi tanah menurut AASTHO dan kelompok SC sesuai dengan klasifikasi tanah menurut USCS.
2. Kadar semen yang digunakan dalam proses campuran tanah timbunan dengan semen untuk pengujian laboratorium adalah sebesar 8 % dari berat tanah..
3. Rendaman air pada proses resapan air dapat menurunkan nilai CBR laboratorium (*soaked CBR*) terhadap daya dukung lapis pondasi tanah semen (*soil cement base*).
4. Terhadap proses periode siklus, ternyata bahwa pada periode 4 (empat) siklus, nilai CBR laboratorium *soil cement base*, hanya mencapai 98 %, sehingga tidak lagi memenuhi persyaratan teknis minimal dengan nilai CBR sebesar 100 %.
5. Semakin lama durasi waktu *soil cement base* mengalami genangan air, maka proses penurunan nilai daya dukung akan semakin cepat.
6. Bila suatu daerah yang menggunakan lapis pondasi tanah semen pada konstruksi jalan raya akan mengalami genangan air setiap tahun pada saat musim hujan, berarti bahwa pada tahun ke empat, konstruksi lapis pondasi tanah semen tersebut, tidak dapat berfungsi dengan baik dan tidak lagi memenuhi persyaratan teknis.

4.2 Saran

1. Masih diperlukan berbagai penelitian perilaku lapis pondasi tanah semen, sebagai akibat pengaruh resapan air
2. Untuk pemeliharaan lapis pondasi semen pada suatu ruas jalan, agar tetap mempunyai kekuatan dan ketahanan terhadap bahaya genangan air, maka sistem drainase sepanjang ruas jalan tersebut harus berfungsi dengan baik.
3. Agar jalur lintas timur di Provinsi Lampung dapat berfungsi dengan baik sebagai jalur transportasi, maka sebaiknya tidak hanya dilakukan peningkatan jalan dengan lapisan *hotmix*, atau perkerasan kaku (*rigid pavement*), tetapi sistem saluran drainase sepanjang ruas jalan tersebut perlu di perbaiki terlebih dahulu

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1989. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta
- Budiyanto. 1999. *Studi Kerusakan Lapisan Soil Cement Base (SCB) pada Ruas Lintas Timur*. Skripsi Sarjana Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Das, B. M. 1985. *Principles of Geotechnical Engineering*. PWS Publisher Engineering. New York.
- Das, B. M., 1985. *Advanced Soil Mechanics*. McGraw-Hill Book Company. New York
- Holtz, R. D. dan Kovacs, W.D., 1981. *An Introduction to Geotechnical Engineering*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey

- Mitchell, J. K. 1963. *Fundamentals of Soil Behaviour*. John Wiley & Sons, Inc. New York
- Nuraini, D. 2002. *Pengaruh Rendaman terhadap Daya Dukung Tanah pada Lapisan Soil Cement Base (SCB) dengan Pemodelan Laboratorium..* Skripsi Sarjana Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Kezdi, A. 1979. *Stabilized Earth Road*. Elsevier Scientific Publishing Company. New York
- Sukirman, S. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova. Bandung.
- Yoder, E. J. dan Witczak, M.W., 1975. *Principles of Pavement Design*. John Wiley & Sons, Inc. New York